STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 58

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
24 JUL 1951
SERIAL Ent. 103A
SEPARATE

UNDERSÖKNINGAR RÖRANDE POTATISBLADMÖGLET

PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) *DE BY*

II. Sambandet mellan potatisbladsaftens peroxidasaktivitet och Phytophthoraresistensen.

AV

N. KAMMERMANN

DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG

STOCKHOLM 1951

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 58

UNDERSÖKNINGAR RÖRANDE POTATISBLADMÖGLET

PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) *DE BY*

II. Sambandet mellan potatisbladsaftens peroxidasaktivitet och Phytophthoraresistensen.

AV

N. KAMMERMANN

DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG

STOCKHOLM 1951

Emil Kihlströms Tryckeri A.-B.
Stockholm 1951
510011

Inledning.

GRECHUSHNIKOV (1939) sammanfattar resultatet av sina undersökningar om sambandet mellan potatisens peroxidashalt och *Phytopthora*-resistens med följande ord: »Decisions upon the immunity of a potato plant against *Phytophthora* can be safely based on the cystoamylase and peroxidase indices if the conditions of growing are equal», d. v. s. en potatisplantas mottaglighet resp. motståndskraft mot bladmögel skulle med hög grad av säkerhet kunna bestämmas genom undersökning av plantans halt av cystoamylas och peroxidas.

Detta innebär, att man med hjälp av en enkel och mycket exakt kemisk metod skulle kunna pröva t. ex. *Ph.*-resistensen hos nytt förädlingsmaterial och välja ut de mest motståndskraftiga eller immuna fröplantorna, eller att man exakt kunde pröva och karakterisera resistensen hos alla i odling befintliga potatissorter. Även ur teoretisk synpunkt förefalla GRECHUSHNIKOVS resultat vara ytterst intressanta. Skulle det visa sig, att peroxidasaktiviteten under alla förhållanden är korrelerad med resistensen vore detta en iakttagelse, som mycket väsentligt skulle bidra till lösningen av problemet om *Ph.*-resistensens natur.

Sistoamylasen (hos GRECHUSHNIKOV kallad cystoamylas) är enligt SUKHORUKOV e. a. (1938) en substans som hämmar amylasens verksamhet. Den återfanns både i potatisblasten och i knölarna i varierande mängder. Författarna gjorde iakttagelsen, att sistoamylashalten var högre i *Ph.*-motståndskraftiga knölar och blad än i mottagliga och antogo därför att det måste finnas något samband mellan de båda företeelserna. Eftersom GRECHUSHNIKOV senare konstaterade, att sistoamylas- och peroxidasvärdena hos olika sorter varierade något så när parallellt, kan en undersökning av peroxidasaktiviteten ge vissa upplysningar även om sistoamylashalten.

Det teoretiska sambandet mellan *Ph.*-resistens och peroxidasaktivitet (i fortsättningen oftast förkortat till pa.) förefaller vara ytterst oklart. GRECHUSHNIKOV utgår från iakttagelsen, att resistenta* potatissorter som svar på svampinfektionen relativt hastigt reagera med mörka nekroser, medan nekroserna hos mottagliga sorter utbildas ganska sent och ej lika tydligt.

---

* Betr. användningen av termerna resistent och immun hänvisas till del I (KAMMERMANN 1950).

Nekrosen är resultatet av en oxidationsprocess varvid huvudsakligen aromatiska föreningar oxideras till mörkfärgade melaniner. GRECHUSHNIKOV antager, att de normala oxidationsprocesserna som följd av infektionen förändras — antingen genom aktivering av oxidasen eller genom försvagning av reduktionsprocesserna — så att färgade substanser bildas. Efter att ha anmärkt, att oxidaserna enligt vissa författare ha en skyddande funktion mot infektioner, övergår GRECHUSHNIKOV till att beskriva sina försök.

GRECHUSHNIKOV tycks ha undersökt peroxidasaktiviteten i blad tillhörande sammanlagt ett tiotal sorter. Resistenta sorter visade som regel högre pa. än mottagliga. Några avvikelser från denna regel förklaras av GRECHUSHNIKOV genom otillräcklig och felaktig resistensgradering av sorterna i fråga. Åtgärder vilka vanligen anses resultera i större mottaglighet, såsom ökad markfuktighet, förkortad dagslängd eller relativt svag kaligödsling, förorsaka förminskad enzymaktivitet resp. sistoamylashalt hos försöksväxterna. Beskrivningen av dessa försök är emellertid ytterst knapphändig. Det framgår ej alltid av framställningen vilken härkomst det prövade materialet har haft, ej heller hur de olika nyssnämnda kulturåtgärderna ha inverkat på sorternas relativa resistens, kunskaper vilka måste anses vara nödvändiga för en bedömning av peroxidasens roll i resistensmekanismen.

I det följande har jag till en början tagit upp GRECHUSHNIKOVS tankegångar och prövat dem i två olika avseenden. För det första har blasten hos ett större antal potatissorter granskats med avseende på peroxidasaktivitet och resistens. För det andra har jag försökt utröna, om försöksväxterna kunna tillåtas växa upp under relativt dåliga ljusförhållanden utan att testens tillförlitlighet i väsentlig grad försämras, varigenom även några iakttagelser om styrkan i relationen resistens/peroxidasaktivitet kunnat göras. Jag har icke gjort några försök att bestämma potatis k n ö l a r n a s enzymaktivitet, vilken för övrigt på samma sätt som blastens skulle ge uttryck för resistensgraden hos sorten i fråga. Utom ett större antal *Solanum tuberosum*sorter omfattar undersökningen även immuna *S. demissum*-plantor. Immunitetsgener från den sistnämnda arten ingå som bekant i många *Ph.*-immuna nykorsningar och det har därför varit angeläget att även i dessa fall undersöka, huruvida immunitet och peroxidasaktivitet kunde tänkas stå i kausal eller annan relation till varandra.

I. Material och metodik.

Största delen av det undersökta plantmaterialet utgjordes av allmänt odlade potatissorter, om vilkas fältresistens oftast goda uppskattningar kunde erhållas. *S. demissum*-plantorna, som ingingo i försöken 1, 4 och 5, kunna med ledning av talrika infektionsförsök betecknas som immuna mot alla härstädes tillgängliga *Phytophthora*-stammar. Eftersom dessa sannolikt samtliga tillhöra den vanliga rasen A, är *S. demissum*-plantornas reaktion inför andra raser av svampen icke undersökt här.

Alla peroxidasbestämningar utfördes med blad från plantor, vilka hade vuxit upp under i möjligaste mån jämförbara yttre förhållanden, d. v. s. antingen på samma försöksfält eller i krukor i växthus. Endast »medelålders» blad användes; de yngsta samt de äldsta bladen ingingo endast i ett särskilt nämnt fall i undersökningarna. Övriga uppgifter om materialets beskaffenhet lämnas i samband med de olika försöken.

Bestämningen av peroxidasaktiviteten gjordes kolorimetriskt enligt en metodik, som efter flera orienterande försök fick följande utformning: Av de från bladskaften befriade bladen uppvägdes 5 eller 6 gram (olika i olika försök) varefter 2 ml av bladsaften pressades ut. Endast hälften av denna pressaftmängd, alltså 1 ml, kom i fortsättningen till användning. Efter utspädning med dest. vatten centrifugerades pressaften i en timme. (Centrifugeringen förändrar knappast pa. men underlättar den kolorimetriska bedömningen). Efter ytterligare utspädning till den i resp. försök använda koncentrationen togos lika mängder centrifugerad bladsaft till »peroxidaslösningen» (den del som kom till användning vid det kemiska provet) och till kontrollen »K» (jfr nedan). Den mängd nypressad bladsaft som efter vattenutspädningarna ingick i »peroxidaslösningen» resp. i kontrollen beräknades och uppges vid varje försök såsom »bladsaftkoncentration».

För själva peroxidasprovet följdes de av Zirm e.a. (1932) lämnade anvisningarna. 1 g bensidin upplöstes under uppvärmning i 50 ml n-natriumacetat och 25 ml isättika. Lösningen späddes sedan med vatten till 100 ml. Till 1 ml av denna bensidinlösning tillsattes 1 ml vätesuperoxid av bestämd, för varje försök angiven koncentration. Peroxidaslösningen pipetterades till bensidin-vätessuperoxidblandningen och fick verka några minuter, varpå reaktionen avbröts med 1 ml 33 % karbonatfri natronlut. (»Reaktionstiden» anges vid varje försök). Det utfällda icke förbrukade bensidinet

och det bildade brunröda färgämnet, kallat purpurobensidin, löstes genom tillsats av 20 ml (i försök 4 och 6: 10 ml) alkohol.

I en Langes Universalkolorimeter bestämdes enligt utslagsmetoden extinktionsvärdena för provlösningen (E) och för den på motsvarande sätt utspädda kontrollen (K). Differensen (D) mellan de båda extinktionsvärdena (D=E—K) utgjorde måttet på bladsaftens peroxidasaktivitet. Något bestämt samband mellan sorternas E- och K-värden tycktes ej föreligga, varför endast D-värdena ha upptagits i tabellerna.

Det är möjligt att man för pa.-bestämningar i större skala skulle kunna nå tillfredsställande resultat med enklare metodik. Ett försök i den vägen är följande, som bygger på BRÜCHERS »Schnelltest» för bestämning av gräsfröns grobarhet; enligt BRÜCHER (1948) föreligger nämligen samband mellan frönas pa. och grobarheten (pa. avtar med sjunkande grobarhet).

a. Genom utpressning av bladsaft, centrifugering och utspädning framställdes peroxidaslösningar av olika styrka. Mängden bladsaft per 4 ml peroxidaslösning (se ovan) var ca 0,04, 0,05, 0,06, 0,08 och 0,10 ml.

b. I en glasskål upphälldes 0,5 % vätesuperoxidlösning.

c. I en annan glasskål upphälldes en lösning av 10 % guajakol i absolut alkohol.

d. På filtrerpapper, runda eller klippta i rektangulära strimlor, fördelades fem eller sex droppar av resp. peroxidaslösningar. Filtrerpapperen fingo torka i 5—10 minuter och doppades därpå i skålen med vätesuperoxid. Sedan överskottet av vätska fått droppa av under 1—4 minuter, doppades papperen några sekunder i guajakollösningen och lades upp på ett ark rent filtrerpapper. Efter några minuter hade i droppfläckarna bildats ett brunt eller brunrött färgämne; färgen var mest accentuerad efter 8 minuter och man kunde då tydligt skilja mellan ovannämnda bladsaftkoncentrationer (enzymkoncentrationer) genom att starkare utspädningar visade ljusare färg och omvänt. Även färgfläckarnas diameter var mindre vid svaga bladsaftkoncentrationer. Färgen kvarstod i ca 60 minuter.

Om filtrerpapperen med droppfläckarna först fick passera skålen med guajakol och sedan vätesuperoxidlösningen erhölls efter 20 minuter iakttagbara skillnader mellan bladsaftkoncentrationerna. Färgreaktionen var dock svagare än vid förstnämnda förfaringssätt.

Metodiken kan naturligtvis modifieras på flera sätt. Bl. a. är det möjligt, att man genom lämplig avvägning av vätesuperoxid- och guajakolkoncentrationerna skulle kunna slippa centrifugering och utspädning av bladsaften. Det kan även tänkas att bladsaften kunde pressas ut direkt på filtrerpapperet. Färgreaktionen i och för sig tycks i varje fall vara tillräckligt känslig för att man med dess hjälp skulle kunna utföra en tämligen noggrann bedömning av olika potatissorters peroxidasaktivitet.

II. Experimentella undersökningar över potatisbladsaftens peroxidasaktivitet.

Försök 1. Plantor uppdragna i växthus.

Material: Blad av potatissorterna Alpha, Professor Wohltmann och Up to date (knölplantor) och av *S. demissum* (fröplantor).

Metodik: (se kap. I). Bladsaftkoncentrationen: 0,4 ml per 4 ml peroxidaslösning. Vätesuperoxidkoncentration 0,5 %. Reaktionstid 3 minuter. Temperatur 20° C. Purpurobensidinutlösning i 12 ml alkohol.

Försöket var närmast av orienterande karaktär. Den centrifugerade bladsaften från varje planta delades upp på två peroxidaslösningar och en kontroll. Värdena (E_1 och E_2) från de båda parallellproven voro nästan exakt överensstämmande. Som mått på pa. uppgås i tab. 1 differensen (D=E—K) $\times 100$ varvid $E = \frac{E_1 + E_2}{2}$

Tabell 1. *Bladsaftens peroxidasaktivitet hos några S. tuberosum-sorter och hos S. demissum.*

Die Peroxydase-Aktivität von einigen *S. tuberosum*-Sorten und von *S. demissum*.

Försöksserie no. (Versuchsserie nr.)	Peroxidasaktivitet (D×100) (Peroxydase-Aktivität, D x 100)			
	Alpha	Prof. Wohltmann	Up-to-date	S. demissum
1	97	109	92	89
2	105	93	84	71
3	110	95	89	73
4	99	107	80	58

Resultat: Om man bortser från *S. demissum*, tycks en viss parallellitet föreligga mellan peroxidasaktivitet och bladmögelresistens. Mot en avtagande resistens Alpha — Pr. Wohltmann — Up to date står en avtagande pa. (medelvärdena resp. 103—101—86). *S. demissum* (fröplantor!) tycks däremot ej kunna inpassas i sammanhanget, då den trots immuniteten mot bladmögel i samtliga serier visat lägsta pa.

Försök 2. Immuna, resistenta och mottagliga plantor växande på fältet.

I försök 1 befanns, att immuna *S. demissum*-plantor visade lägre pa. än *S. tuberosum*-sorterna. I det följande skulle därför undersökas, huruvida andra immuna resp. högresistenta plantor betedde sig på liknande sätt.

Material: Sortnamnen återfinnas i tabell 2. Bladen togos den 6 juli från i de flesta fall blommande knölplantor ur ett sortiment tillhörande Institutet för Växtforskning och Kyllagring (I. V. K.), Nynäshamn, och lagrades före användningen i fuktig kammare vid en temperatur av ca + 5° C under ett till fyra dygn. Varje serie omfattade blad från en planta av varje sort. (*S. demissum*-bladen härstamma dock från ett flertal frö plantor, vilka odlades på något avvikande växtplats).

Metodik: Bladsaftkonc.: 0,25 ml per 4 ml peroxidaslösning. Vätesuperoxidkonc. 0,5 %. Reaktionstider: 1,2 och 4 minuter. Temperatur + 20°C. Purpurobensidinutlösning i 20 ml alkohol.

Orienterande försök visade, att mängden av det under olika reaktionstider bildade färgämnet asymptotiskt närmade sig ett bestämt gränsvärde (jfr ZIRM e. a. 1932). De 1-, 2- och 4-minuters värden, som i följande fyra serier användes, befunno sig samtliga på tydligt stigande kurvor; 4 minutersvärdena äro för de fem *S. tuberosum*-sorterna de mest tillförlitliga medan *S. demissum* och sorten Empire bäst karakteriseras vid kortare reaktionstid.

Två av sorterna kunna endast med förbehåll användas vid bedömning av resultaten. *S.-demissum* fröplantorna hade som nämnts ej odlats på samma fält som de övriga sorterna och uppvisade för övrigt mycket dålig tillväxt, vilket med hänsyn till artens krav på dagsljusets längd ej förvånar. Det från dessa plantor samlade materialet bestod mest av äldre, mycket mörkt gröna blad. Då, som en senare genomförd försöksserie visar, bladens ålder ibland spelar en väsentlig roll i sammanhanget, utgöra *S. demissum*-värdena ej något tillförlitligt jämförelsematerial.

Detsamma är möjligen fallet också med sorten Mandel, eftersom denna norrlandssort normalt odlas vid andra ljusförhållanden än de som äro rådande i mellersta Sverige.

Tabell 2. *Peroxidasaktiviteten i bladsaft från S. demissum samt från en immun och fem mottagliga potatissorter.*

Die Peroxydase-Aktivität des Blattsaftes von *S. demissum* sowie von einer immunen und fünf anfälligen Kartoffelsorten.

Sort (Sorte)	Tidighet* eit)*	Resistens** (Resistenz)**	Peroxidasaktivitet (D×100) (Peroxydase-Aktivität, D × 100)			
			Serie 1 R-tid 1 min. (Reaktionszeit 1 min.)	Serie 2 R-tid 2 min. (Reaktionszeit 2 min.)	Serie 3 R-tid 4 min. (Reaktionszeit 4 min.)	Serie 4 R-tid 4 mi (Reaktionszeit 4 min.)
S. demissum	s	0	54	69	70	60
Empire	s	(0)	56	63	85	72
Ackersegen	s	1	40	50	67	66
Ontario	(s?)	1	47	49	—	69
Voran	ms	1—2	43	55	72	61
Bintje	ms	3	22	26	47	45
Mandel	ms	3—4	52	58	61	69

* s = sen (spät)
ms = medelsen (mittelspät)
mt = medeltidig (mittelfrüh)
t = tidig (früh)
mkt = mycket tidig (sehr früh)
(HELLBO och ESBO, 1948)

** 0 = oemottaglig (immun)
1 = mycket motståndskraftig (sehr widerstandsfähig)
2 = tämligen motståndskraftig (ziemlich widerstandsfähig)
3 = tämligen mottaglig (ziemlich anfällig)
4 = mycket mottaglig (sehr anfällig)
(LINDFORS, 1940)

Resultaten återfinnas i tab. 2. Den immuna sorten Empire visar i samtliga serier de högsta eller näst högsta pa.-värdena och följs närmast av *S. demissum* och Mandel. Den mottagliga Bintje visar genomgående den lägsta peroxidasaktiviteten medan de relativt motståndskraftiga sorterna Ackersegen, Ontario och Voran inta en mellanställning med pa.-värden, som ligga ganska nära varandra. Mandels placering intill *S. demissum* och Empire passar mycket dåligt in i hypotesen om sambandet mellan pa. och *Ph.*-resistens. Bortsett från denna sort (vilken för övrigt i senare utförda försök har visat låg pa.) tycks dock ett dylikt samband ha varit rådande. Även *S. demissum*, som i försök 1 hade mycket svag pa., tycks här kunna inpassas i sammanhanget.

Försök 3. S. tuberosum-sorter växande på fältet.

Material: Bland de tolv sorter, vilka behandlas i detta försök, finns en med namnet Mandel. Det är dock möjligen här ej fråga om samma variant av sorten som i försök 2. Namnet Mandelpotatis får nämligen enligt Hellbo och Esbo (1942) uppfattas som en kollektiv beteckning för en viss typ av potatissorter.

Bladen togos från 34 plantor växande på samma försöksfält. Någon längre tids lagring av materialet var ej behövlig, varför resultaten från de tre serierna tåla gemensam bedömning bättre än i tidigare försök.

Metodik: Bladsaftkonc. 0,25 ml per 4 ml peroxidaslösning. Vätesuperoxidkonc. 0,5 %. Reaktionstid 3 minuter. Temperatur 20° C. Purpurobensidinutlösning i 20 ml alkohol.

Resultat: I tabell 3 anges som tidigare bladsaftens pa. såsom differensen (D) mellan peroxidaslösningens och kontrollens kolorimetriska extinktionsvärden. Rubriken M (D) anger D-medelvärdena för varje sort.

En jämförelse mellan rubrikerna »resistens» och »M (D)» ger vid handen, att samtliga mottagliga sorter av resistensgrad 3 och 4 ha visat lägre pa. än motståndskraftiga av grad 1. Sorten Mandel har här i motsats till i försök 2 förhållit sig som andra mottagliga sorter. Av hela det prövade materialet tycks endast Birgitta ej kunna passas in i sammanhanget. Denna sort, som är ganska motståndskraftig mot bladmögket, måste vad beträffar peroxidasaktiviteten jämställas med sorterna ur resistensgrupp 3. Även Jubel kan synas något felplacerad. Dess pa. överträffar t. ex. Ackersegens, fastän dess resistens är något lägre.

En statistisk bearbetning av siffermaterialet genomfördes efter indelning av sorterna i två resistensklasser. Till klass I höra de motståndskraftiga sorterna nr 1, 2, 3, 4 och 5 medan övriga sorter räknades till klass II. Följande värden erhöllos:

*

Tabell 3. *Bladsaftens peroxidasaktivitet hos tolv S. tuberosum-sorter.*

Die Peroxydase-Aktivität des Blattsaftes von zwölf *S. tuberosum*-Sorten.

No	Sort (Sorte)	Resistens* (Resistenz)*	Tidighet* (Reifezeit)*	Peroxidasaktivitet, D×100 (Peroxydase- Aktivität, D × 100)			
				Serie 1	Serie 2	Serie 3	M (D)
				D_1	D_2	D_3	
1	Ackersegen	1	s	55	68	79	67,3
2	Alpha	1	ms	63	61	77	67,0
3	Birgitta	1—2	s	47	42	61	50,0
4	Wohltmann	2	s	64	—	61	62,5
5	Jubel	2	ms	81	71	75	75,7
6	Brita	3	t	43	48	64	51,7
7	Up-to-date	3	ms	41	—	53	47,0
8	Bintje	3	ms	41	57	48	48,7
9	Mandel	3–4	ms	53	45	53	50,3
10	Early Puritan	4	mt	45	57	53	51,7
11	Early Rose	4	mt	41	37	44	40,7
12	Arran Pilot	4	mt	37	43	51	43,7

* Teckenförklaring se tab. 2, s. 10.
(Zeichenerklärung s. Tab. 2, S. 10)

Klass I: Medelvärde 64,64. Medelfel 3,10.
Klass II: Medelvärde 47,70. Medelfel 1,62.
$P < 0{,}001$.

Vi se, att de båda ressistensklassernas peroxidasvärden statistiskt säkert skilja sig från varandra. Försök 3 kan därför uppfattas som en bekräftelse på hypotesen att motståndskraftiga sorter oftast visa större pa. än mottagliga.

Försök 4. Plantor växande under suboptimala ljusförhållanden.

Grechushnikov ansåg sig ha konstaterat, att potatisplantor, som odlats vid förkortad dagslängd, visade lägre peroxidasaktivitet samt ökad mottaglighet mot bladmöglet. Han har dock icke genom parallella prov kunnat ge en uppfattning om frågan, huruvida minskningen i både enzymaktivitet och bladmögelresistens hos olika sorter pågår något så när parallellt, vilket är en förutsättning för pa.-testets tillämpning under relativt dåliga ljusförhållanden. Ej heller frågan om styrkan i relationen pa. resistens torde kunna besvaras utan dylika parallella prov under varierande yttre försöksförhållanden.

Jag har försökt i någon man belysa dessa problem genom att testa försöksväxter som odlats under sensommaren och hösten, vilket medförde både kvalitativt och kvantitativt förändrade ljusförhållanden. Dagarnas medellängd är i Stockholm i september 12¾, i oktober 10½ timmar vilket innebär en avsevärd förkortning mot sommarens 15—18 timmar (försöket utfördes mellan 29 september och 11 oktober). Dessutom måste man räkna med en viss ljusabsorberande effekt av växthusets glastak.

För att utröna sambandet mellan resistens och pa. under sådana ljusförhållanden, delades materialet upp så, att peroxidasbestämningar kunde utföras på fem försöksserier, medan två plantor av varje sort undergick biologisk resistensprövning enligt tidigare beskrivna riktlinjer (Kammermann, 1950).

Material: Sticklingar togos från plantor tillhörande tio *S. tuberosum*-sorter växande på fältet samt från *S. demissum*-plantor i växthus. Efter inkrukning stodo plantorna i samma växthus under likartade yttre förhållanden tills de flesta hade utvecklat 15—16 blad. Sorternas namn och nummer återfinnas överst i tabell 4.

Metodik: (se kap. I). Till skillnad från tidigare försök utfördes proven med saft från endast 5 gr blad, varvid det omsorgsfullt sägs till, att inga unga eller mycket gamla blad medtogos.

I en rad orienterande försök bestämdes följande optimala försöksbetingelser:

Bladsaftkoncentration: 0,57 ml bladsaft per 5 ml peroxidaslösning. Vätesuperoxidkonc. 0,15 %. Reaktionstid 3 minuter. Temperatur 20° C. Purpurobensidinutlösning i 10 ml alkohol. Kontrollerna, vilka efter motsvarande utspädning gåvo extinktionsvärden (E×100) mellan 0,5 och 1,5, ha ej tagits med i beräkningen.

Av varje bladsaftpreparat gjordes två parallella peroxidasprov (E_1, E_2) vilka vid kolorimetrisk undersökning visade mycket god överensstämmelse (avvikelser oftast endast 1 till 2 enheter (E×100)). E-medelvärdena återfinns i tabell 4. Varje serie genomfördes i tre avsnitt, varvid ordningsföljden mellan sorterna varierades enligt uppgjord plan. De fem serierna behandlades olika dagar, medan bladmaterialet varje gång samlades omedelbart innan resp. serie skulle prövas.

Så som resultaten ha erhållits, är en exakt jämförelse a priori endast tillåtlig mellan samtidigt behandlade prov. En gemensam bearbetning av hela siffermaterialet skulle förutsätta, att rangordningen mellan sorterna ej influeras väsentligt av tidpunkten för provtagningen. En närmare granskning av mätningsvärdena visade emellertid, att denna faktor här ej har spelat någon roll, varför sorterna i tabell 4 ha grupperats efter fallande M-värden. Tabell 4 anger dessutom sortresistensen enligt praktikens erfarenheter samt

Tabell 4. *Peroxidasaktivitet och Phytophthora-resistens under suboptimala ljusförhållanden.*

Peroxydase-Aktivität und *Phytopthora*-Resistenz bei suboptimalem Licht.

Sort nr		9	7	8	3	4	10	6	5	11	1	2
Sort (Sorte)		Weka-ragis	Acker-segen	Magn. Bonum	Alpha	Early Rose	Majes-tic	Voran	Irish Cobbler	Sol. de-missum	Early Puritan	Bintje
	1	83	74	77	70	64	62	71	59	52	41	47
	2	82	76	76	73	58	63	48	63	46	56	58
Peroxidasaktivitet Serie	3	68	79	67	62	45	52	54	53	44	34	27
(Peroxydase-Aktivität)	4	69	69	56	51	52	30	36	40	34	43	39
	5	69	68	67	79	44	55	43	33	42	38	36
Medelvärde (Mittelwert)		74,2	73,2	68,6	67,0	52,6	52,4	50,4	49,6	43,6	42,4	41,4
Medelfel (Mittl. Fehler)		3,4	2,1	3,8	4,9	3,8	6,0	5,9	5,7	2,9	3,6	5,2
Fältresistens (se tab. 3) (Feldresistenz s. Tab. 3)		2—3	1	2—3	1	4	2—3	1—2	4	(0)	4	3
Rel. Resistens i växthus (Rel. Resistenz im Treibhaus)		2	0—1	1	0—1	3	2	0—1	3	0	4	2
Tidighet (Reifezeit)		ms	s	ms	ms	m kt	mt-ms	ms	m kt	(s)	m kt	ms

resultaten av den biologiska resistensbedömningen av försöksmaterialet, som företogs få dagar efter peroxidastestens avslutning.

Resultat 1. Peroxidasaktivitet och resistens.

Överblick: Vi kunna grovt indela materialet i tre grupper av varierande *peroxidasaktivitet*. Sorterna nr 9, 7, 8 och 3 (Wekaragis, Ackersegen, Magnum bonum och Alpha) erhöll nästan genomgående höga värden. Samtliga dessa sorter voro vid den biologiska resistensprövningen relativt motståndskraftiga. Dock kunna vi konstatera, att Wekaragis har det högsta medelvärdet, vilket dåligt stämmer överens med sortens resistens. Mellangruppen utgöres av sorterna 4, 10, 6 och 5 (Early Rose, Majestic, Voran och Irish Cobbler). Vi finna här ganska svårförklarliga siffror. Plantorna tillhöra de olika resistensgraderna 3, 2, 0—1 och 3; ändock är deras pa. av

liknande storleksordning. Tredje gruppen, som karakteriseras av mycket svag pa., består av *S. demissum*, Early Puritan och Bintje. Vi kunna i all korthet fastslå, att *S. demissum*-immuniteten ej heller under suboptimala — d. v. s. för denna art egentligen mera »optimala» — ljusförhållanden står i någon relation till hög enzymaktivitet. Early Puritan försvarar däremot väl sin plats i denna grupp, medan Bintje kanske visar lägre värden än vad sortens resistensgrad antyder.

Statistisk variation: Beräknas sannolikheten för att slumpen enbart har varit orsak till variationen mellan några av sorterna enligt formeln $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2}}$, erhålles följande P-värden.

Mellan sorterna	9	och	3	(resistens	2 och 0—1)		$t=1{,}22$	$0{,}3>P>0{,}2$	
»	»	3	»	1	»	0—1	» 4	$t=4{,}03$	$0{,}01>P>0{,}001^{**}$
»	»	3	»	4	»	0—1	» 3	$t=2{,}33$	$0{,}05>P>0{,}02^{*}$
»	»	7	»	2	»	0—1	» 2	$t=5{,}64$	$0{,}001>P^{***}$

Materialet (endast *S. tuberosum*-sorter!) delades sedan upp på tre resistensgrupper.

Grupp I	Resistens 0—1,	1,	sorterna 7, 8, 3, 6.
Grupp II	»	2,	» 2, 9, 10.
Grupp III	»	3, 4,	» 4, 5, 1.

Bearbetningen av peroxidasvärdena för dessa tre grupper visade, att statistiskt säkra skillnader förelågo mellan den mest mottagliga gruppen III och den resistenta gruppen I samt mellan grupp III och den sammanslagna I+II, medan grupp II ensam icke var statistiskt säkert skild från I eller III.

Kvantitativa skillnader: För att bättre kunna tolka detta något oklara resultat kunna vi försöka se det mot dess biologiska bakgrund och fråga oss vad pa.-siffrorna i tab. 4 betyda, om de sättas i relation till bladsaftens kvantitet. För detta ändamål beräknades en bladsaft/pa. kurva, i det bladsaftmängden från sorterna Ackersegen resp. Bintje i ett särskilt försök varierades mellan 0,1 och 2 ml medan övriga försöksanordningar (utspädning m. m.) från försök 4 bibehöllos oförändrade. För Ackersegen beräknades på detta sätt sambandet mellan pa. (uttryckt genom den kolorimetriska extinktionen $E \times 100$) och bladsaftmängd i ml. Regressionslinjen återfinns jämte båda sorternas empiriska värden i fig. 1.

Eftersom fig. anger relationen pa./bladsaftmängd kunna vi numera räkna om de i tab. 4 funna peroxidasvärdena för samtliga sorter och erhålla en viss uppfattning om vilken mängd Ackersegen-bladsaft som i sin aktivitet motsvaras av 1 ml saft från övriga sorter. (1 ml bladsaft av Ackersegen gav före beräkningen av regres-

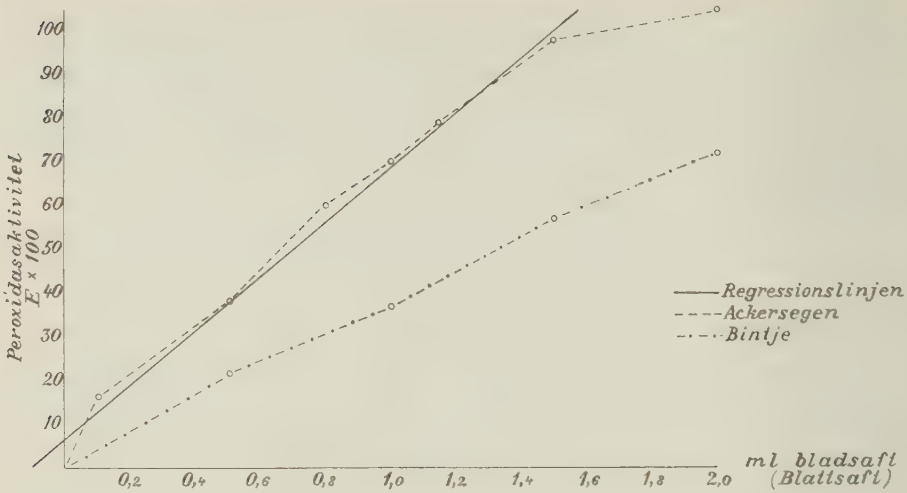

Fig. 1. Förklaring i texten.
(Erklärung im Text)

sionslinjen i fig. 1 det empiriska peroxidasvärdet 70, medan M-värdet ur tab. 4 för denna sort är 73,20).

Vi se av tabell 5, att 1 ml bladsaft av sorterna inom peroxidasgrupp 3 har ungefärligen samma pa. som 0,55 till 0,59 ml Ackersegensaft. Motsvarande värden i grupp 2 ligga mellan 0,69 och 0,73. Skillnaderna mellan grupperna äro avsevärda, och det förefaller sannolikt, att en kausal relation mellan pa. och resistens skulle ha medfört en bättre överensstämmelse mellan sorternas uppdelning på peroxidas- resp. resistensgrupper.

2. *Relationer mellan resistens, tidighet, ljus och peroxidasaktivitet.*

a. Suboptimala ljusmängder och resistensen.

Vi skola här ej närmare gå in på frågan huruvida potatissorternas motståndskraft under dessa försöksförhållanden var mindre än normalt (en antydan därom får man av den mycket korta fruktifikationstiden) utan endast granska den »relativa» resistensen, d. v. s. de typiska skillnaderna mellan sorterna. En jämförelse mellan rubrikerna »fältresistens» och »resistens efter biologisk prövning» i tab. 4 visar i detta avseende god överensstämmelse. De förändrade ljusförhållandena ha ej väsentligt rubbat de sorttypiska resistensskillnaderna.

Tabell 5.

pa.-grupp	sort	ml
1	Wekaragis	1,[illegible]
	Ackersegen	1,06
	Magnum Bonum	0,99
	Alpha	0,96
2	Early Rose	0,[illegible]
	Majestic	0,73
	Voran	0,[illegible]
	Irish Cobbler	0,69
3	S. demissum	0,[illegible]
	Early Puritan	0,57
	Bintje	0,[illegible]

Förklaring i texten
(Erklärung im Text)

b. Ljus, peroxidasaktivitet och resistens.

Tidigare ha vi konstaterat, att en viss bedömning av *Ph.*-resistensen med hjälp av pa. är möjlig, ifall försöksväxterna ha kultiverats under goda ljusförhållanden. Tabell 4 visar däremot, att i detta fall en sådan bedömning skulle ge mycket dåliga resultat. Suboptimala ljusförhållanden paverka tydligen sorternas pa. på annat sätt än *Ph.*-resistensen.

c. Tidighet, resistens och pa.

Alla mycket tidiga sorter ha med ledning av den biologiska prövningen graderats som mycket resp. tämligen mottagliga, medan medelsena och sena visade sig vara mera motståndskraftiga. Den kända korrelationen mellan tidighet och mottaglighet är således även under här rådande förhallanden ganska tydlig. Sambandet mellan pa. och tidighet är ej lika klart utformat. Det framgår av tab. 4, att t. ex. de medelsena sorterna äro fördelade på alla tre peroxidasgrupperna. Ingen mycket tidig sort visar dock exceptionellt höga pa.-värden eller någon högre grad av motståndskraft mot bladmögelsvampen.

Försök 5. Peroxidasaktivitet och bladens ålder.

Som bekant anses unga potatisblad oftast vara mera resistenta än äldre blad av samma planta. Denna åsikt finns bl. a. hos Vowinckel (1926), och egna iakttagelser av plantor på fältet och i växthus tydde på detsamma.

Skulle bladsaftens pa. vara symptomatisk för resistensgraden måste peroxidastestet även ge vissa utslag för bladens varierande ålder. För att experimentellt pröva denna tankegång företogs följande försök.

Material och metodik: Samma växtmaterial och i allt väsentligt samma försöksteknik som i försök 4 kom till användning. Från fem sticklingsplantor av varje sort togos de allra yngsta samt de äldsta bladen; de senare voro hos de flesta sorterna ännu friska och gröna men hade i några fall börjat gulna. Peroxidasaktiviteten bestämdes och finnes upptagen i tab. 6. Vid en biologisk resistensbedömning, vilken 5 dagar senare utfördes på 20 slumpmässigt utvalda plantor ur samma växthusmaterial, granskades de som reaktion mot bladmögelangreppet tredje dagen efter infektionen framkomna bladnekroserna samt luftmycelets utveckling (0 = inget, 4 = rikligt luftmycel). Båda indicierna kunna tillåta vissa slutsatser om resistensen (Kammermann 1950). Resp. medelvärden för de tre yngsta och de tre äldsta bladen anges likaledes i tabellen.

Tabell 6. *Peroxidasaktivitet och Phytophthora-resistens hos unga och gamla blad av olika potatissorter under suboptimala ljusförhållanden.*

Peroxydase-Aktivität und *Phytophthora*-Resistenz von jungen und alten Blättern verschiedener Kartoffelsorten bei suboptimalem Licht.

Serie	Sort (Sorte)	Resistens (Resistenz) s. Tab. 2	Peroxidasaktivitet		Luftmycel (0—4)		Nekrosdiam. mm.	
			unga bl. (junge Bl.)	gamla bl. (alte Bl.)	unga bl. (junge Bl.)	gamla bl. (alte Bl.)	unga bl. (junge Bl.)	gamla bl. (alte Bl.)
1	Wekaragis	2	28	67	1,0	0,0	3,8	5,8
	Early Rose	3	24	56	1,7	0,3	4,0	3,0
2	Ackersegen	0—1	61	80	0	0	5,3	9,3
	Majestic	2	22	57	1,7	0,0	3,8	5,5
3	Voran	0—1	44	74	0,3	0,0	5,0	8,8
	Irish Cobbler	3	33	76	1,8	0,1	2,5	2,8
4	Alpha	0—1	50	72	0,1	—	5,5	—
	Bintje	2	26	52	1,1	0,0	3,5	7,0
5	Sol. demissum	0	52	52	0,0	0,0	0,0	2,0
	Early Puritan	4	29	50	2,7	0,0	1,5	0,5

Resultaten måste i ett avseende betecknas som mycket överraskande. Granska vi rubrikerna för luftmycel och nekrosernas diameter kunna vi konstatera, att de unga bladen i samtliga fall voro betydligt mera mottagliga än de äldre, vilket både yttrade sig genom större luftmycelproduktion

och mindre välutvecklade nekrosfläckar på blad i plantornas topp. Detta behöver ej nödvändigtvis uppfattas som argument mot den tidigare refererade åsikten att yngre blad äro mera resistenta än äldre; däremot bevisa siffrorna, att så under här rådande exceptionella ljusförhållanden ej har varit fallet.

Värdena för pa. variera på motsvarande sätt. Saften från unga blad av de vanliga potatissorterna visade ofta endast hälften så hög pa. som saften från gamla. Hos *S. demissum*-plantorna kunde några skillnader ej påvisas, vilket möjligen kunde förklaras med att denna art ej utvecklats normalt under rådande förhållanden.

Sammanfattningsvis kunna vi säga, att den konstaterade parallelliteten mellan pa. och bladens ålders- resp. miljöbetingade resistengrad talar för ett visst samband mellan de båda företeelserna.

Försök 6. Nya och gamla potatissorter.

Material och metodik: Av varje av ett 40-tal sorter uppdrogos i växthus under goda ljusförhållanden ett antal knölplantor. *Ph.*-mottagligheten hos tre plantor av varje sort fastställdes genom infektion, varpå icke angripna blad samt i en del upprepningar även blad från icke resistenstestade plantor kommo till användning vid pa.-bestämningarna. Av vissa skäl äro endast värdena ur en och samma pa.-serie omedelbart jämförbara. För övrigt följdes — med undantag av den till 0,3 % höjda vätesuperoxidkoncentrationen — samma metodik som i försök 4.

Resultaten återfinnas i tab. 7. Det måste påpekas, att den i tab. återgivna resistensgraderingen avser att ge en uppfatttning om plantornas mottaglighet vid ifrågavarande tidpunkt. Till de olika sorternas mycket starkt varierande utvecklingsrytm har därför icke här tagits hänsyn, vilket förklarar en del avvikelser från sorternas »normala» resistensgrad.

Av tab. framgår, att de starkast bladmögelmottagliga plantorna (grad 4) utan undantag ha lägre pa. än övriga *S. tuberosum*-sorter i resp. serier. Plantor karakteriserade av angreppsgrad 3 visa oftast relativt svag enzymverkan, medan mellangrupperna (1—2, 2, 2—3) icke ge uttryck för något bestämt samband mellan angreppsgrad och peroxidasaktivitet. Större delen av plantorna med resistens 1 visar ganska hög, några även mycket hög pa., och samtliga sorter karakteriserade av mycket hög resistens (0—1) ha också mycket hög enzymaktivitet (möjligen dock med undantag av ett värde i serie 12).

I materialet ingick även två sorter vilka i mina försök visat sig vara immuna mot bladmöglet, nämligen den tyska sorten Robusta* och den ameri-

* Robusta är en s. k. W-sort (K. O. Müller), grundad på korsning mellan en amerikansk »vildpotatis» och *S. tuberosum*-sorter.

Tabell 7. *Peroxidasaktivitet och Phytophthora-resistens hos ett antal äldre och nyare potatissorter.*

Peroxydase-Aktivität und *Phytophthora*-Resistenz von einigen alten und neuen Kartoffelsorten.

Serie (Serie)	Sort (Sorte)	Styrkan av *Ph*-angreppet (Intensität d. *Ph*- Angriffes)	Peroxidas-aktivitet (Perox. Aktiv.)
1	Robusta	0	54
	Birgitta	1 2	44
	Dunbar Roover	2 3	53
	Up to date	2—3	36
2	Jubel	0 1	81
	Meerländer	1	51
	Wilpo	1—2	58
	Brit. Queen	2	54
3	Diancila	1	55
	Koronewsky	2	49
	Pontiac	2—3	56
	Up to date	3	50
4	Ackersegen	0—1	65
	Cr. Defiance	2—3	45
	Katahdin	3	56
	Goldperle	4	37
5	Mohawk	2—3	57
	Bintje	2—3	50
	Mesaba	2- 3	56
	Ulster Chieftain	3	37
6	Flämingstärke	1	70
	Kasota	1 (?)	68
	Konsuragis	2 ?)	57
	Saskia	2 (?)	53
7	Libertas	0—1	64
	Alma	1	60
	Elsa	2—3	55
	Eva	2 -3	38

Serie (Serie)	Sort (Sorte)	Styrkan av *Ph*-angreppet (Intensität d. *Ph*- Angriffes)	Peroxidas-aktivitet (Perox. Aktiv.)
	Sebago	0—1	71
8	Gladstone	1 (?)	56
	Lorch	2	64
	Sequoia	2—3 (?)	62
	Arran Consul	1	73
9	Eigenheimer	1—2 (?)	63
	Stormont Dawn	2—3	66
	Home Guard	3	43
	Chenango	0	47
10	Ackersegen	0—1	80
	Potomac	3	60
	Early Puritan	4	59
	Robusta	(0)	51
11	Jubel	(0—1)	82
	Wilpo	(1—2)	47
	Up to date	(3	43
	Ackersegen	(0—1)	80
12	Sebago	(0—1)	51 (?)
	Konsuragis	(2)	51
	Goldperle	(4	33
	Chenango	(0)	41
13	Sequoia	(2—3) (?)	57
	Stormont Dawn	(2—3	51
	Early Puritan	(4)	41

kanska Chenango. Robusta tycks ha något lägre pa. än flertalet av de mest motstandskraftiga sorterna och Chenango står ungefär i samma låga klass som den mycket mottagliga Early Puritan (jfr serierna 1, 11, 10, 13). Som bekant betecknas Robusta och Chenango som sorter av »ny» typ, eftersom de äro resultat av korsningar mellan *S. tuberosum* och andra *Solanum*-arter. Båda tycks vad beträffar resistens och peroxidasaktivitet förhålla sig principiellt annorlunda än *Tuberosum*-sorterna.

Den statistiska bearbetningen av siffermaterialet för de i försöket ingående *S. tuberosum*-sorterna (alltså samtliga sorter utom Robusta och Che-

nango) gav vid handen att det föreligger en säker negativ korrelation mellan sorternas mottaglighet för bladmögel och bladsaftens peroxidasaktivitet ($r = -0{,}68$, $P < 0{,}001^{***}$).

III. Diskussion.

1. Peroxidasaktivitet och resistens.

A. *Solanum tuberosum.*

Det framgår klart av det föreliggande materialet, att ett visst samband mellan *S. tuberosum*-sorternas peroxidasaktivitet och *Ph.*-resistens är rådande. Plantor med hög pa. äro som regel motståndskraftiga mot bladmöglet medan plantor med låg pa. äro mera mottagliga. Denna tendens återspeglas av den statistiska bearbetningen av materialet vilken resulterade i säkra skillnader mellan vissa resistensgrupper samt i en negativ korrelation mellan mottaglighet och pa. Av särskilt intresse äro i detta sammanhang undantagen från denna regel samt sorter av intermediär motståndskraft. Så har den mycket mottagliga sorten Mandel i försök 2 visat relativt hög pa. Samma sort har i försök 3 haft lika låg pa. som andra mottagliga sorter. I sistnämnda försök visade emellertid den motståndskraftiga sorten Birgitta relativt låg, den ganska motståndskraftiga Jubel extremt hög pa.

Grechushnikovs (1939) slutsatser av sambandet mellan resistens och pa. bygga på resultat av liknande karaktär. Även i hans försök funnos några sorter som ej passade in i sammanhanget; om dessa antog *G.*, att deras resistensgrad icke hade fastställts tillräckligt noggrant. I mina försök 1, 2 och 3 utgör resistensgraderingen likaledes ett något osäkert moment, fastän den knappast kan vara orsaken till alla (konstaterade) avvikelserna från hypotesen. I försök 4 (plantor växande under suboptimala ljusförhållanden) fastställdes den relativa sortresistensen genom biologisk prövning av materialet. Den statistiska bearbetningen av detta försök resulterade i säkra skillnader mellan de båda extrema resistensgruppernas pa., medan mellangruppen (av intermediär motståndskraft) ej var säkert skild från de båda andra. Olika tämligen motståndskraftiga sorter (resistensgrad 2) visade mycket starkt varierande pa. och överensstämmelsen inom resistens- resp. pa.-grupper var mycket dålig.

I försök 6 hade de starkast *Ph.*-angripna plantorna utan undantag mycket låg, de mest resistenta däremot mycket hög pa. Plantor ur mellangrupperna (av starkt varierande motståndskraft) visade inget bestämt samband mellan resistens och pa.

Dessa resultat kunna icke tydas enbart med hänvisning till eventuella felkällor. Emellertid måste ju *Ph.*-resistensen antagas vara en av många komponenter sammansatt företeelse. Vid försök, som endast taga hänsyn till en av dessa komponenter, kan man knappast ens i bästa fall förvänta absolut entydiga och klara resultat.

Det kan därför icke med ledning av de hittills utförda försöken avgöras, om sambandet mellan pa. och *Ph.*-resistens bara är uttryck för en viss samvariation mellan pa. och de verkliga resistensfaktorerna, eller om peroxidasen själv i någon mån kan modifiera sortresistensen. Om man dessutom räknar med möjligheten att *Ph.*-resistensen icke avgörs av peroxidashalten utan av balansen mellan denna och andra substanser i växtcellerna, så kunna ej heller de med hypotesen dåligt överensstämmande resultaten av försök 4 uppfattas såsom säkra bevis mot antagandet, att ett kausalt samband mellan pa. och *Ph.*-resistens är rådande.

Så mycket torde dock med säkerhet kunna sägas: Sambandet mellan pa. och *Ph.*-resistens är icke av sådan beskaffenhet, att plantor med relativt hög resistens under alla förhållanden karakteriseras av (i förhållande till mera mottagliga) stark peroxidatisk aktivitet.

B. *Solanum demissum* och »immuna» potatissorter.

Den *Ph.*-immuna arten *S. demissum* har endast i försök 2 visat relativt hög pa. medan den i försök 1 visade lägre pa. än övriga samtidigt prövade potatissorter och i försök 4 kom i samma peroxidasgrupp som de mottagliga sorterna Early Puritan och Bintje. Det är därför högst osannolikt, att orsaken till *demissum*-plantornas (upprepade gånger experimentellt kontrollerade) immunitet skulle kunna sökas i en i jämförelse med vanliga potatissorter hög pa.

Tre sorter vilka oftast betecknas såsom immuna ingick i undersökningarna. Empire hade mycket hög pa., Robusta låg i detta avseende under de mest resistenta *tuberosum*-sorterna och Chenango var närmast jämförbar med den mycket mottagliga Early Puritan. Medan *tuberosum*-resistensen visat sig stå i bestämd relation till pa. (även om frågan om sambandets natur icke ha kunnat med säkerhet besvaras) har immuniteten hos *S. demissum* och *demissum*×*tuberosum*-korsningar icke något sådant samband med enzymaktiviteten. Till skillnad från *demissum*-immuniteten är ju som bekant *tuberosum*-resistensen även mer eller mindre starkt korrelerad med andra sortegenskaper såsom plantornas mognadstid och knölarnas äggvite- resp. stärkelsehalt (jfr LEHMANN 1938).

Allt detta talar för att det verkligen, såsom LEHMANN har antytt, är fråga om helt olika resistensfaktorer hos *S. tuberosum* och *S. demissum*. Genetiska undersökningar, vilka icke här kunna refereras, ge ävenledes belägg för denna åsikt. Emellertid ha MÜLLER e. a. (jfr MÜLLER and BEHR, 1949)

kunnat bevisa, att skillnaden mellan immuna och mottagliga sorter ligger i hastigheten med vilken av svampen angripna växtceller eller vävnader reagera mot angreppet (nekrotisering). Därav följer, att »resistensmekanismen» hos båda arterna till synes är av liknande beskaffenhet, medan resistensens orsaker äro helt olika. Försök med målet att biokemiskt belysa resistensfaktorernas beskaffenhet och verkan måste med all sannolikhet taga hänsyn till dessa skillnader mellan *S. tuberosum* och *S. demissum*.

Resultatet av denna undersökning visar likaledes, att GREHUSHNIKOVS (1939) slutsatser om sambandet mellan peroxidasaktivitet och *Ph.*-resistens icke äro riktiga och användbara för att förklara *demissum*-korsningarnas immunitet (en inskränkning, som med potatisförädlingens nuvarande vägar och mål måste tillmätas ganska stor betydelse). Även andra iakttagelser tyda på, att alla försök att sätta »immunitet» i relation till kvantitativa sortegenskaper — utan hänsynstagande till parasitens roll i sammanhanget — äro dömda att misslyckas. Som bekant, har skapandet av immuna sorter på flera håll möjliggjort upptäckten av ett större antal biologiska raser av *Phytophthora infestans*. Detta har till följd, att en sort icke kan betecknas som »immun» överhuvudtaget, utan endast som immun mot en eller flera bestämda raser av svampen. Tänka vi oss en potatissort, som är immun mot *Ph.*-ras A men angripes av ras B — dylika sorter äro tillgängliga — framstår i klar dager omöjligheten att förklara immuniteten med hjälp av t. ex. peroxidasaktiviteten. En och samma sort kan ej samtidigt ha både hög och låg pa., men den kan vara immun i förhållande till en, och mottaglig för en annan *Ph.*-ras.

2. Peroxidastestens användbarhet.

A. *Solanum tuberosum*.

Resultatet av försöken 1 till 4 samt försök 6 illustrerar både pa.-testens användbarhet och begränsning. Möjligheten att gradera *S. tuberosum*-sorternas *Ph.*-resistens enligt dessa linjer belysas av tab. 3 (försök 3). Pa.-medelvärdena från tre plantor av varje sort tillåto en indelning av materialet i två resistensgrupper; endast en sort (Birgitta) måste med ledning av pa.-siffrorna graderas som mottaglig, fastän den i själva verket hör till de ganska motståndskraftiga. Med en ökning av antalet observationer för varje sort enligt den i kap. I uppskisserade förenklade metodiken skulle man i bästa fall kunna komma fram till en relativ säker indelning av försöksmaterialet i två resistensgrupper. Av samma tab. framgår, att pa.-bestämningarna icke tillåta en noggrannare karakterisering av materialet, t. ex. en indelning i fyra klasser.

De olika serierna i försök 3 ha givit uttryck för en relativ stor pa.-variation mellan plantor av samma sort, i det rangordningen mellan sorterna är

starkt varierande i olika serier. Bedömningen av materialet skulle därför ha blivit ännu mera osäker, om endast en planta av varje sort hade undersökts. Vid testning av nytt förädlingsmaterial står endast ett individ av varje potentiell sort till förfogande, varför en tillförlitlig bedömning av sådant material icke kan uppnås genom bestämning av pa. Oftast eftersträvar man dock icke en gradering av hela materialet utan endast ett urval av de mest resistenta plantorna ur nya korsningar. Tab. 3 visar, att sannolikheten för att kunna lyckas efter ett enda pa.-prov är ganska stor.

I försök 6 ha ett 40-tal sorter undersökts. Det har därvid visat sig, att *tuberosum*-sorter av mycket hög samt sådana av extremt låg resistens sannolikt — försökets utformning tillåter ej absolut säkra slutsatser i denna riktning — - kunna karakteriseras efter ett enda pa.-prov. Även detta talar för, att bestämning av pa. skulle kunna ge ganska goda resultat vid prövning av nya *tuberosum*-korsningar; en förutsättning är dock, att fröplantor i detta avseende icke förhålla sig annorlunda än knölplantor, vilket ännu icke experimentellt har bevisats.

För övrigt tyckas pa.-bestämningarna ha den olägenheten, att deras noggrannhet är så beroende av bl. a. ljusförhållandena, att de ej kunna utföras under den mörkaste årstiden.

Sammanfattningsvis kan man säga, att pa.-bestämningen visserligen kan ge en del resultat av begränsat praktiskt värde för resistensgraderingen, men att den i detta hänseende är underlägsen den biologiska resistensprövningen.

B. *S. demissum* och *demissum*-korsningar.

Av diskussionens första del framgår tydligt, att pa.-testet icke är tillämpligt på sådant material.

Det är emellertid för tidigt att redan nu fälla ett slutomdöme om metodens värde. Det har ju, som tidigare nämnts, visat sig, att många till en början *Ph.-immuna* sorter efter någon tid kunna angripas av »nya» fysiologiska raser av parasiten. När således *demissum*-immuniteten icke längre är effektiv, komma *tuberosum*-resistensgenerna att helt eller delvis bestämma sortens motståndskraft. Om styrkan hos dessa gener kunna vi få en viss uppfattning genom pa.-testet.

Möjligen öppnas därigenom en väg att kunna fastställa styrkan av *tuberosum*-resistensgenerna hos sorter, vilka ännu äro immuna — ett område där den biologiska testningen av närliggande skäl icke kan tillämpas.

Sammanfattning.

1. Inledningsvis refereras GRECHUSHNIKOVS undersökningar och slutsatser angående sambandet mellan potatissorternas peroxidasaktivitet och deras resistens mot bladmögel.

2. I föreliggande arbete redogöres för en efterprövning av GRECHUSHNIKOVS resultat med särskild hänsyn till huruvida bestämning av bladens peroxidasaktivitet kan ha något praktiskt värde som hjälpmedel att fastställa potatisblastens resistens mot bladmögel.

3. Potatisbladens peroxidasaktivitet (pa.) har bestämts kolorimetriskt enligt en metodik, som bygger på av ZIRM e. a. (1932) lämnade anvisningar (bensidinreaktion). I samband med beskrivningen av den använda metodiken diskuteras möjligheterna av en annan, enklare metodik för bestämning av pa.

4. I den följande experimentella delen redogöres för sex försök, i vilka bladsaftens pa. fastställts hos ett 50-tal potatissorter; plantorna odlades under varierande yttre förhållanden och deras motståndskraft mot bladmöglet kontrollerades i vissa fall genom särskilda infektionsförsök i växthus.

5. Hos sorter tillhörande arten *S. tuberosum* är sambandet mellan bladsaftens pa. och bladmögelresistensen av sådan beskaffenhet, att en bestämning av pa. kan ge upplysningar av värde om resistensgraden; emellertid måste till grund för graderingen läggas pa.-medelvärdena från flera plantor av varje sort.

6. Försök 6 visar, att i en serie *S. tuberosum*-sorter av växlande mottaglighet för bladmögel de mest motståndskraftiga och de mest mottagliga sorterna kunna utväljas efter ett enda pa.-prov.

7. När potatisplantor odlas under suboptimala ljusförhållanden förbli resistensskillnaderna mellan sorterna i stort sett desamma som under normala ljusförhållanden, efter vad som framgått av utförda infektionsförsök. Pa.-bestämningar ge emellertid under sådana förhållanden inga pålitliga upplysningar om resistensgraden.

8. Pa.-bestämning tycks i de flesta avseenden vara underlägsen den biologiska metoden för fastställande av potatisblastens bladmögelsresistens.

9. Resistensen hos de yngsta och de äldsta bladen på ett antal under suboptimala ljusförhållanden i växthus uppdragna plantor av *S. tuberosum*-sorter prövades genom infektionsförsök. Samtidigt bestämdes även bladens pa. De äldre bladen visade avgjort högre resistens och starkare pa. än de yngre bladen.

10. *Solanum demissum*, korsningar mellan denna art och *S. tuberosum* (Empire och Chenango) samt W-sorten Robusta visa varierande men oftast relativt låg pa. Något samband mellan pa. och immunitet föreligger ej.

11. Naturen av sambandet mellan pa. och *tuberosum*-sorternas bladmögelresistens är fortfarande oklar. Det kan tills vidare icke avgöras, om den konstaterade negativa korrelationen mellan mottaglighet och peroxidasaktivitet endast är följden av en viss samvariation mellan peroxidashalt och styrkan hos de verkliga resistensfaktorerna eller om peroxidasen själv är en av resistensfaktorerna.

12. Några teoretiskt och praktiskt betydelsefulla olikheter mellan *tuberosum*-resistens och *demissum*-immunitet diskuteras.

13. Det förefaller möjligt, att genom bestämning av pa. kunna ungefärligen bestämma styrkan av *tuberosum*-resistensfaktorerna i nya »immuna» potatissorter uppkomna genom korsning mellan *S. tuberosum* och andra, immuna *S.*-arter.

Zusammenfassung.

Titel der Mitteilung: *Untersuchungen über die Kartoffelkrautfäule. II. Die Relationen zwischen der Peroxydase-Aktivität und der Phytophthora-Resistenz des Kartoffellaubes.*

Einleitung. Die hier kurz wiedergegebenen Experimente hatten den Zweck, den von Grechushnikov (1939) konstatierten Zusammenhang zwischen der Aktivität der Peroxydase und der Resistenz verschiedener Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* näher zu prüfen. Grechushnikov sprach auf Grund seiner Untersuchungen folgende Ansicht aus: »Decisions upon the immunity of potato plant against *Phytophthora* can be safely based on the cystoamylase and peroxidase indices if the conditions of growing are equal».

Die Sistoamylase (oder Cystoamylase) ist nach Sukhorukov e. a. (1938) eine Substanz, welche die Wirkung der Amylase hemmt. Sie findet sich in den Blättern und Knollen *Ph.*-widerstandsfähiger Kartoffelsorten in grösseren Mengen als in den Geweben anfälliger Sorten und die Verf. nehmen aus verschiedenen Gründen an, dass zwischen Resistenz und Sistoamylasegehalt ein gewisser Zusammenhang besteht. Da nach Grechushnikov der Sistoamylasegehalt verschiedener Sorten meist parallell mit ihrer peroxidatischen Wirkung variiert, wird hier auf eine weitere Besprechung und Behandlung dieser Hemmsubstanz verzichtet.

Die Rolle der Peroxydase wird theoretisch folgendermassen erklärt: Resistente Sorten reagieren schneller und mit stärker ausgebildeten Nekrosen auf den Angriff des Pilzes als anfällige. Die Nekrotisierung sei möglicherweise Folge einer Störung des normalen Oxydationsprozesses, verursacht entweder durch Aktivierung der Oxydasen oder durch Schwächung der Reduktion. Die Oxydasen sollen eine protektive Wirkung gegen parasitäre Angriffe haben.

Im folgenden sollte einerseits die praktische Anwendbarkeit eines Peroxydase-Testes bei Bestimmung der *Ph*-Resistenz der Kartoffelaubes, andererseits die Möglichkeit einer kausalen Relation zwischen den beiden Faktoren näher untersucht werden.

Material und Methodik: Ausser verschiedenen *Ph.*-anfälligen *Solanum tuberosum*-Sorten wurden auch immune *S. demissum*-Pflanzen und einige neue »immune» Sorten in die Untersuchung einbezogen.* Frische und ungefähr gleich alte Blätter (5 oder 6 gr. von jeder Pflanze) wurden gesammelt und ausgepresst. Von je 2 ml Pressaft wurde 1 ml nach Verdünnung mit dest. Wasser und Zentrifugierung für Bestimmung der peroxydatischen Wirkung verwendet. Die Bestimmung der Enzym-Aktivität wurde nach dem von Zirm e. a. (1932) beschriebenen Verfahren mittels Benzidin durchge-

* Die hier angewandte Terminologie wurde in Teil I (Kammermann 1951) definiert.

führt. Unter Anwendung eines Lange-Kolorimeters wurde nach der Ausschlagsmethode die Extinktion des als Folge der Peroxydase-Aktivität gebildeten (in Alkohol gelösten) Purpurobenzidines (E) resp. die des verdünnten Blattsaftes (Kontrolle, K) bestimmt. Als Mass für die peroxidatische Wirkung der jeweiligen Blattprobe galt die Differenz D=E—K. Gewisse Möglichkeiten einer wesentlich vereinfachten Bestimmung der peroxidatischen Wirkung mittels Guajakol wurden ebenfalls untersucht und besprochen (vergl. BRÜCHER 1948).

Experimenteller Teil: Der zur Orientierung durchgeführte *Versuch 1* umfasste Blätter von 16 im Gewächshaus aufgezogenen Pflanzen. Sämtliche *Demissum*-Blätter stammten zum Unterschied vom übrigen Material von Samenpflanzen. Die Namen der Sorten sowie die Resultate finden sich in Tab. 1. (S. 9). Es ergab sich, wie aus der Tab. zu ersehen ist, eine gewisse Übereinstimmung zwischen Resistenz und PA (=Peroxydase-Aktivität) der *Tuberosum*-Sorten. Die relativ widerstandsfähigen Alpha und Wohltmann zeigen die höchste PA, während die mehr anfällige Sorte Up to date an dritter Stelle steht (Mittelwerte resp. 103 101- 86). Dagegen erhielten *Demissum*-Blätter nur relativ niedrige Werte (M = 73), die mit unserer Arbeitshypothese nicht übereinstimmen.

Versuch 2. Die Blattproben für diesen Versuch stammen von auf dem Felde wachsenden Kartoffelpflanzen. Die Resultate für *S. demissum* haben auch hier aus verschiedenen Gründen nur begrenzten Vergleichswert. Tab. 2 (S. 10) zeigt, dass die immune Sorte Empire in den 4 Versuchsserien die höchste resp. nächst höchste PA aufwies. Bintje steht durchgehend an letzter Stelle, und auch das übrige Material fügt sich – mit einer Ausnahme – gut in den Zusammenhang peroxidatische Wirkung/*Phytophthora*-Resistenz ein. Die sehr anfällige Sorte Mandel zeigte dagegen höhere PA als z. B. Ackersegen, was mit oben erwähnter Hypothese nicht in Übereinstimmung zu bringen ist. (Die Möglichkeit, dass ein Versuchsfehler für diesen Ausnahmefall verantwortlich gemacht werden kann, ist nicht ganz von der Hand zu weisen).

Versuch 3. Blätter von 12 Sorten (34 Pflanzen) aus einem Kartoffelsortiment wurden gesammelt und auf ihre PA untersucht. Die hier behandelte Sorte Mandel ist möglicherweise nicht identisch mit der in Versuch 2 genannten Sorte gleichen Namens. Ein Vergleich zwischen der durchschnittlichen PA der verschiedenen Sorten und ihrer Feldresistenz (Tabelle 3, S. 12) zeigt, dass sämtliche ziemlich resp. sehr anfällige Sorten (Resistenzgrad 3 und 4) bedeutend schwächere Enzym-Aktivität aufweisen als die widerstandsfähigen Ackersegen und Alpha (Resistenzgrad 1). Mandel nimmt eine ähnliche Stellung ein wie andere anfälligen Sorten. Die niedrigen Werte der relativ widerstandsfähigen Sorte Birgitta fallen deutlich aus dem Rahmen, und Jubel zeigt etwas höhere PA als im Hinblick auf den Resistenz-

grad dieser Sorte zu erwarten war. Eine Einteilung des Materials in zwei Resistenzgruppen ergab statistisch sichere Unterschiede ($P<0.001$) zwischen der PA-Mittelwerten der beiden Gruppen (Gruppe I: Sorte Nr. 1—5, Gruppe II: Nr. 6—12).

Versuch 4. Grechushnikov konstatierte, dass Kartoffelpflanzen die bei kürzerem Tageslicht aufwachsen, relativ schwache Resistenz gegen *Phytophthora,* sowie geringe PA aufweisen. In diesem Versuch wurde durch parallelle Proben sowohl die Resistenz als auch die PA verschiedener Sorten bei einer Tageslänge von 11—12 Stunden untersucht. Das Material, ursprünglich Stecklinge die im Gewächshaus aufgezogen worden waren, wurde so aufgeteilt, dass an Hand von 5 Serien die PA und an 2 Serien die relative Resistenz der Sorten bestimmt werden konnte.

Tabelle 4 (S. 14) zeigt, dass das Material in drei Gruppen verschieden hoher PA eingeteilt werden kann. Die Sorten Nr. 9, 7, 8 und 3 (Wekaragis, Ackersegen, Magnum bonum und Alpha) zeigten die höchste PA und waren auch relativ resistent, obgleich zwischen ihnen diesbezüglich recht grosse Unterschiede bestehen. Schlechter ist die Übereinstimmung zwischen PA und Resistenz in Gruppe 2, bestehend aus den Sorten Nr. 4, 10, 6 und 5 (Early Rose, Majestic, Voran und Irish Cobbler). Obgleich diese Sorten fast gleiche grosse peroxydatische Aktivität aufweisen, gehören sie den verschiedenen Resistenzgraden 3, 2, 0—1 und 3 an. Die dritte PA-Gruppe besteht aus *S. demissum,* Early Puritan und Bintje.

Eine Einteilung des Materials in 3 Gruppen verschiedener Resistenz ergab statistisch sichere Unterschiede zwischen den PA-Mittelwerten der Gruppen I (Resistenzgrad 0—1 und 1) und III (Resistenz 3 und 4), sowie zwischen den Gruppen III und I+II (Resistenz 0—1, 1, 2), während Gruppe II (Resistenz 2) weder bei Vergleich mit I oder III statistisch sichere Differenzen zeigte. Der biologische Hintergrund zu den in Tab. 4 dargelegten Resultaten wird mit Hilfe von Figur 1 (S. 16) verdeutlicht. Auf Grund einer speziellen Versuchsserie wurde der Zusammenhang zwischen der bei der PA-Bestimmung verwendeten Blattsaftmenge und der peroxidatischen Aktivität unter ähnlichen Versuchsanordnungen wie in Versuch 4 ermittelt. Es ergab sich (s. Tab. 5, S. 17), dass die PA von 1 ml Blattsaft der Sorten innerhalb von PA-Gruppe 3 ungefähr der Aktivität von 0,55 bis 0,59 ml Ackersegen entspricht. Die entsprechenden Werte für die PA-Gruppe 2 liegen zwischen 0,69 und 0,73. Die quantitativen Unterschiede zwischen den 3 PA-Gruppen sind also bedeutend und es ist anzunehmen, dass eine kausale Beziehung zwischen Resistenz und PA zu einer besseren Übereinstimmung der Vergleichswerte in Tab. 4 geführt hätte.

Tab. 4 zeigt ferner, dass sich die relative Resistenz der verschiedenen Kartoffelsorten unter dem Einfluss von suboptimalen Lichtverhältnissen kaum verändert. Während die vorher beschriebenen Versuche eine gewisse

Beurteilung der *Tuberosum*-Resistenz auf Grund der PA ermöglichten und damit den — obgleich begrenzten — Wert einer PA-Testes bestätigten, zeigt Tab. 4, dass die Testung des vorliegenden Materials (unter suboptimalen Lichtverhältnissen) sehr geringen praktischen Wert hätte. Entweder wirken die veränderten Lichtverhältnisse verschieden auf die relative Resistenz und auf die PA der Sorten ein, oder die Beschaffenheit des Materials (Stecklinge) muss für die schlechte Übereinstimmung zwischen PA und Resistenz verantwortlich gemacht werden.

In Versuch 5 sollte der Zusammenhang zwischen PA und Resistenz von den jüngsten und den ältesten Blättern von 9 verschiedenen Sorten und von *S. demissum* geprüft werden. Ein Teil des Versuchsmaterials wurde für die PA-Probe verwendet, ein anderer infiziert und 5 Tage nach Durchführung des PA-Testes in Bezug auf Luftmyzelproduktion und Grösse der Nekrosen geprüft. Wie aus Tab. 6 (S. 18) hervorgeht, waren die jüngsten Blätter mehr anfällig (stärkere Luftmyzelproduktion, schwächere Nekrotisierung) als die ältesten. Dieses Ergebnis ist recht überraschend, da im allgemeinen jüngere Blätter als die widerstandsfähigeren bezeichnet werden; wahrscheinlich sind die suboptimalen Lichtverhältnisse (Versuch 4) für dieses Resultat verantwortlich. Mit Ausnahme von *S. demissum* gab der Pressaft von jüngeren Blättern Ausdruck für bedeutend schwächere PA als solcher von älteren und zugleich weniger anfälligen Blättern.

Versuch 6. Neue und alte Kartoffelsorten. Unter guten Lichtverhältnissen im Gewächshaus kultivierte Pflanzen wurden einer parallellen Resistenz- und PA-Prüfung unterzogen. Tab. 7 (S. 20) zeigt die Intensität der Luftmyzelproduktion sowie das Resultat einer Peroxydasebestimmung jeder Sorte (Serie 1—10). Auf den Entwicklungsrytmus verschiedener Sorten wurde in diesem Versuche keine Rücksicht genommen. Infolge stark variierender Temperaturverhältnisse ist ein direkter Vergleich zwischen PA-Werten aus verschiedenen Serien nicht durchführbar.

Aus der Tabelle geht hervor, dass *Tuberosum*-Stauden von hoher resp. geringer *Ph*-Widerstandskraft meist eine entsprechende PA aufweisen. Dies gilt besonders für die extremen Angriffsgrade 0—1 und 4. Stauden mittlerer Resistenz (1—2, 2, 2—3) zeigen dagegen eine relativ grosse PA-Variation. Die statistische Bearbeitung des Materials ergab eine deutliche negative Korrelation zwischen der Anfälligkeit der *Tuberosum*-Sorten und ihrer PA ($r=0{,}68$ $P<0{,}001^{***}$).

Die »immunen» Sorten Robusta und Chenango (W-Sorte resp. *Demissum*-Kreuzung) zeigen relativ schwache PA, was zusammen mit den früher dargelegten Ergebnissen *(S. demissum)* als Beweis dafür gelten kann, dass zwischen PA und Immunität kein Zusammenhang besteht.

Diskussion: 1. Peroxydase-Aktivität und Resistenz.

A. *S. tuberosum:* Das vorliegende Material zeigt, dass tatsächlich ein gewisser Zusammenhang zwischen PA und *Ph*-Resistenz besteht: Sorten mit hoher PA sind meist relativ widerstandsfähig, solche mit geringer PA meist mehr anfällig gegenüber *Phytophthora.* Einige Ausnahmen von dieser Regel, sowie die Ergebnisse von Versuch 4 (unter suboptimalen Lichtverhältnissen) sprechen gegen eine kausale Deutung der Beziehungen zwischen PA und Resistenz. Da jedoch die Resistenz der *Tuberosum*-Sorten von mehreren Faktoren abhängig zu sein scheint und ausserdem mit der Möglichkeit gerechnet werden muss, dass nicht die PA an sich, sondern das Verhältnis zwischen Peroxydase und anderen Substanzen der Pflanzenzelle für den Resistenzgrad entscheidend ist, kann die Möglichkeit einer kausalen Relation zwischen den beiden Momenten vorläufig nicht völlig von der Hand gewiesen werden. Die Beziehungen zwischen PA und Resistenz sind jedoch mit Sicherheit nicht so beschaffen, dass Pflanzen mit relativ hoher *Ph*-Resistenz unter allen Umständen durch eine, im Verhältnis zu mehr anfälligen, starke PA ausgezeichnet sind.

B. *Solanum demissum* und »immune» Sorten.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass immune *S. demissum*-Pflanzen keineswegs besonders starke PA aufweisen. Immune Sorten (W-Sorten resp. *Demissum*-Kreuzungen) zeigen verschieden hohe Enzymaktivität: Empire erreichte relativ hohe Werte, Robusta lag unter den widerstandsfähigsten *Tuberosum*-Sorten und Chenango war vergleichbar mit der sehr anfälligen (und schwache PA zeigenden) Early Puritan. Es besteht also hier ein wesentlicher Unterschied zwischen *Demissum* und *Tuberosum.* Auch andere Beobachtungen (vergl. Lehmann, 1938) deuten darauf hin, dass der Resistenz von *Tuberosum*-Sorten und der Immunität von *Demissum*-Kreuzungen verschiedene Resistenzfaktoren zu Grunde liegen. Indessen konnte Müller e. a. (vergl. Müller and Behr, 1949) beweisen, dass immune und anfällige Sorten durch die verschiedene Geschwindigkeit mit welcher sie den Angriff des Parasiten beantworten unterschiedlich sind. Daraus geht hervor, dass der »Resistenzmechanismus» bei beiden Arten scheinbar der gleiche ist, obwohl ganz verschiedene Gene oder Resistenzfaktoren zur Erklärung der Abwehrreaktionen angenommen werden müssen. Es erscheint deshalb angebracht bei theoretischen Untersuchungen über die *Ph*-Resistenz mit einem Material zu arbeiten, welches eine Unterscheidung zwischen den Resistenzfaktoren von *Tuberosum* und *Demissum* ermöglicht.

Die Ergebnissen dieser Untersuchung sind nicht mit Grechushnikovs (1939) Ansichten in Übereinstimmung zu bringen. Auch aus anderen Überlegungen geht hervor, dass alle Versuche, die *Ph*-Immunität von *Demissum*-

Kreuzungen an Hand von quantitativen Eigenschaften der Stauden zu erklären, vergeblich sein müssen, sofern nicht auf die Rolle des Parasiten Rücksicht genommen wird. Wie bekannt gibt se nunmehr zahlreiche Kartoffelsorten, die gegenüber einer physiologischen Rasse des Pilzes »immun», gegenüber einer anderen jedoch anfällig sind. Solche Sorten müssten nun, falls die Peroxydase-Theorie allgemeine Gültigkeit hätte, gleichzeitig starke und schwache PA haben.

2. Der praktische Wert des Peroxydase-Testes.

Die Anfälligkeit resp. Widerstandsfähigkeit von *Tuberosum*-Sorten kann mit Hilfe des PA-Testes ungefähr abgeschätzt werden. Die Genauigkeit der Methodik kann sicherlich durch einfache Veränderungen etwas erhöht werden und ein in der Einleitung besprochener Schnelltest (vergl. BRÜCHER 1948) scheint die Behandlung eines grossen Untersuchungsmaterials zu ermöglichen. Die Zuverlässigkeit des PA-Testes ist jedoch weitaus geringer als die des biologischen Prüfungsverfahrens.

Immune Sorten oder Sämlinge können, wie schon erwähnt wurde, nicht mit Hilfe der hier beschriebenen Methodik erkannt oder ausgewählt werden. Dagegen wird der PA-Test vielleicht die quantitative Erfassung der Stärke der *Tuberosum*-Resistenzfaktoren in immunen Sorten ermöglichen. Da es sich wiederholt gezeigt hat, dass die Wirkung der Immunitätsgene durch das Auftreten von "neuen" physiologischen Rassen des Parasiten aufgehoben werden kann, während die *Tuberosum*-Resistenz im grossen und ganzen "konstant" zu sein scheint, würde eine Prüfung der PA folgende Voraussage über das Resistenzverhalten neuer Sorten ermöglichen: Immune Sorten mit hoher PA (z. B. Empire und Robusta) werden nach dem event. Auftauchen von entsprechenden neuen Pilzrassen wohl nicht mehr immun, aber doch relativ widerstandsfähig sein. Sorten mit geringer PA (wie z. B. Chenango) werden stärker angriffen werden. Eine solche Voraussage würde aus naheliegenden Gründen grosse praktische Bedeutung bekommen. Sie setzt jedoch voraus, dass die Wirkung der Immunitätsgene infolge des Auftretens "neuer" eusymbiontischer Rassen des Pilzes ganz oder fast ganz aufgehoben wird, was vorläufig nicht bewiesen ist. Eine Bestätigung dieser Erwägungen durch die Praxis muss deshalb abgewartet werden.

Litteratur.

BRÜCHER, H., 1948. Eine Schnellmethode zur Bestimmung der Keimfähigkeit von Samen. — Physiologia Plantarum. 1: 4.

GRECHUSHNIKOV, A. I., 1939. Role of peroxidase in immunity against *Phytophthora infestans* de Bary. — Compt. Rend. (Dok.) Akad. Sci. URSS, n. ser. 25, nr 8.

HELLBO, E. och ESBO, H., 1948. Våra potatissorter. — Stat. Centr. Frökontrollanst. Skrift nr 1. 3:dje uppl. Stockholm 1948.

KAMMERMANN, N., 1950. Undersökningar rörande potatisbladmöglet *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. I. Metodologisk undersökning angående prövningen av potatisblastens resistens mot bladmöglet. Deutsche Zusammenfassung. — Stat. Växtskyddsanst. Meddel. nr 57, Stockholm 1950.

LEHMANN, H., 1938. Ein weiterer Beitrag zum Problem der physiologischen Spezialisierung von *Phytophthora infestans* de Bary, dem Erreger der Kartoffelkrautfäule. — Phytopath. Ztschr. 11.

SUKHORUKOV, I., KLING, E. and OVCAROV, K., 1938. The effect of *Phytophthora infestans* de Bary on the ferments of affected plants. — Compt. Rend. (Dok.) Akad. Sci. URSS, n. ser. 18, nr 8.

VOWINCKEL, O., 1926. Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) de By unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. 14.

ZIRM, K. L., REUTER, F. und WILLSTÆDT, H., 1932. Zur Kenntnis der peroxydatischen Wirkung. I. Mitt.: Eine quantitative Bestimmung der peroxydatischen Wirkung mittels Benzidin. — Biochem. Ztschr. 245, Heft. 4—6.